

TERAPEUTICA EN ACUICULTURA

Luis Martínez Millán; Juan Carlos Fontanillas Pérez¹

RESUMEN

En la memoria anual sobre la pesca y la acuicultura “El estado mundial de la pesca y acuicultura FAO 2016” se pone de manifiesto la mayor importancia que alcanza la acuicultura frente a la pesca tradicional, como proveedora de alimentos para la humanidad. La oferta mundial per cápita (2016) alcanzó un máximo histórico de 20 kg; en 2014 se alcanzaron 170 millones de toneladas, gracias al intenso crecimiento de la acuicultura en el mundo que en la actualidad proporciona la mitad del pescado destinado al consumo humano. Sólo será posible atender la demanda de una población humana de 9.600 millones, prevista para el año 2050, desde las premisas de seguridad alimentaria, nutrición adecuada, calidad del medio ambiente y presencia de mínimos residuos originados por los tratamientos necesarios para prevenir y curar las enfermedades de los organismos que se obtienen en la acuicultura.

INTRODUCCIÓN

La Unión Europea (UE) produce 1,3 millones de Tm de pescados por acuicultura, de los cuales aproximadamente 224.000 Tm son de mejillón, 180.000 Tm de trucha arco iris y 163.000 Tm de salmón del atlántico. España es el primer productor de la UE con 224.000 Tm (*Apromar 2015, 2016*) debido principalmente al mejillón, que aporta 162.000 Tm, le siguen lubina con 17.000 Tm, dorada con 16.000 Tm, trucha arco iris con 15.000 Tm, rodaballo con 8.000 Tm y otras especies en menor cuantía, corvina, lenguado, anguila, esturión ...

Es importante saber que existe un marco legislativo que propone y controla mediante distintas directivas el desarrollo de la acuicultura sostenible, como son la Directiva Marco del Agua (DMA) y la Directiva sobre Estrategia Marina. Los objetivos principales de estas directivas son: la protección de los ecosistemas acuáticos y de la vida acuática, la salud de estos organismos y la prevención de sus enfermedades. Para ello, se establecen una serie de premisas, de cara al control de una patología como son (*ADS y FEADSA. Apromar 2015*):

- El mantenimiento de la calidad del medio
- La aplicación de una nutrición y alimentación óptima
- La prevención e higiene en las instalaciones y medio
- La estimulación de la inmunidad y utilización de vacunas para ciertas enfermedades
- Y, en general, la aplicación de códigos de buenas prácticas en la producción que hacen disminuir el estrés de los organismos y su predisposición a los brotes infecciosos.

Hay que tener en cuenta los aspectos nacionales e internacionales para el control de enfermedades, mediante acuerdos y coordinación por organismos como la Organización Mundial de Sanidad Animal (antes Oficina Internacional de Epizootias, OIE), Comisión Asesora Europea sobre Pesca Continental (CAEPC), FAO y otros organismos nacionales e internacionales, poniendo de relieve la gran importancia de las medidas preventivas, el control y de regulación de las enfermedades contagiosas y las normas de inspección y certificación sanitaria.

¹ Unidad de Zoología. Dpto. de Fisiología Animal. UCM

Es interesante saber los tipos de sistemas de acuicultura y en consecuencia de las instalaciones en las que se practican. Los sistemas que más nos interesan son los de acuicultura intensiva o semi-intensiva, referida preferentemente a la producción de peces en sus distintas fases vitales, es decir, reproducción, cría de larvas y alevines, crecimiento y engorde de peces.

Tanto en especies de agua dulce como marinas, estos procesos se realizan en instalaciones con distinto grado de control de los factores abióticos: temperatura, gases disueltos, oxígeno y otros condicionantes de la calidad del agua; lo que a su vez, implica instalaciones de mayor grado de complejidad, por lo que se practica en instalaciones cubiertas y dependiente de medios mecánicos y auxiliares específicos como bombeo de agua, filtración, desinfección, control de temperatura y fotoperiodo, cultivos auxiliares de fitoplancton y zooplancton. Aquí tienen lugar las fases de reproducción iniciales: incubación de huevos y criadero de larvas. Mientras que para las fases de crecimiento y engorde de los peces, se utilizan distintos sistemas, en recintos con un grado variable en la densidad de población de los mismos o intensidad de su carga por m³ de agua.

La elección de un sistema u otro de producción, va a condicionar la aplicación de una serie de acciones de higiene y prevención, así como la intervención terapéutica cuando sea necesaria, sobre las patologías que se produzcan en la acuicultura.

TIPOS DE ESTABLECIMIENTOS ACUÍCOLAS EN ESPAÑA

En el mar en viveros (jaulas)

Estos establecimientos consisten en arcos de plástico rígido que dan soporte y flotación a bolsas de red en el interior de las cuales se estabulan peces como la dorada, la lubina o la corvina



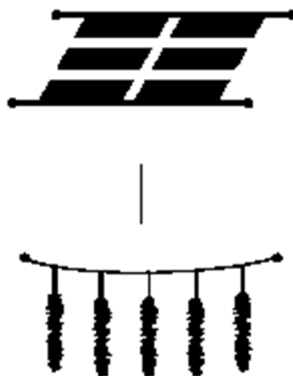
En tierra firme (agua salada)

Se trata de establecimientos contruidos en obra sobre tierra firme y que obtienen su agua mediante bombeo desde captaciones en el mar o pozos. Es la clase de granja en el que se realiza la producción de rodaballo, por ejemplo



En el mar en bateas y long-lines

Se trata de estructuras flotantes para cultivo de moluscos bivalvos, principalmente mejillón. Las bateas constan de una plataforma de la que penden las cuerdas de cultivo, y los long-lines son estructuras no rígidas que constan de una línea madre de la que cuelgan a su vez las cuerdas de cultivo. Los long-lines suelen presentar mejores resultados en aguas abiertas (cultivo de mejillón en Andalucía), y las bateas en el caso de las rías gallegas



En tierra firme (agua dulce)

Consisten en establecimientos construidos en obra sobre los márgenes de los ríos, o en sus fuentes, que aprovechan la circulación natural del agua. Es el tipo de instalación en el que se lleva a cabo. Por ejemplo, la producción de trucha



En playa, zona intermareal y esteros

Son establecimientos de acuicultura en los que el cultivo se realiza con una mínima intervención física sobre el medio. Es el caso de la producción de almejas u ostras en zona de playa o áreas intermareales en las que los animales son depositados directamente sobre el sustrato. Es también el tipo de granjas localizadas en estanques excavados en la tierra en antiguas zonas salineras o marismas, siendo un ejemplo de ello los esteros para la producción de peces marinos.





Piscifactoría de salmónidos



Piscifactoría de reproducción con control de fotoperiodo



Alevinaje



Piscifactoría marina con bombeo de agua



Anguila. Sistema invernadero con regulacion de temperatura



Sistema superintensivo de produccion de peces. Gran tonelaje



Instalación suministro de oxígeno para incremento de producción

SITUACIÓN DE LOS MEDICAMENTOS Y DESINFECTANTES DISPONIBLES PARA LA ACUICULTURA

Hasta la década final del pasado siglo (90s), la situación de la acuicultura fue la del uso generalizado de farmacológicos para la prevención y tratamiento de las patologías habituales en estas explotaciones, sin un control muy riguroso y bajo la responsabilidad exclusiva de los técnicos que tenían a su cargo dichas instalaciones o, en otros casos, de los veterinarios que trabajan para los propios fabricantes de estos medicamentos. La integración de las actividades acuícolas en la UE, significó unas mayores exigencias en todo lo relativo a las autorizaciones y registro de los medicamentos, lo que a su vez conlleva el establecimiento de los límites máximos de residuos admisibles (LMR) en los organismos acuáticos. Estos límites establecidos por las autoridades reguladoras (REGLAMENTO (UE) N o 37/2010, anexo I) donde se establecen para los tejidos corporales (LMR en el músculo de peces se refiere a «músculo y piel en proporciones naturales») de las diferentes especies e implica que sólo se puede permitir su uso como alimentos seguros cuando no son superados y, basado en estos LMR, se establecen los tiempos de espera (TE) que se expresan en grados (se calcula considerando la temperatura del agua en grados centígrado y los días que se debe esperar desde la última administración del medicamento hasta el momento de su sacrificio ej. TE 300°C, implica que a una temperatura de agua de 20°C se requieren 15 días de tiempo de espera).

De tal manera que son la Agencia Europea del Medicamento (EMA) y su equivalente española AEMPS (Agencia Española del Medicamento y Productos Sanitarios), las que ordenan la actividad de registro y control de estos medicamentos. En el momento actual no son muchos los medicamentos registrados que cuenten con las autorizaciones pertinentes para su comercialización y uso en los países de la UE (Tabla 1), por lo que se sigue utilizando determinadas formas de prescripción, como son: Prescripción de facultativos veterinarios como fórmula magistral, preparados oficiales y Prescripción excepcional por vacío terapéutico (prescripción en cascada) según el Real decreto 1132/2010.

Existe la necesidad de tener que controlar distintas patologías de carácter infecto contagioso que son habituales durante el desarrollo y cría de las especies acuáticas, como son parasitosis externas e internas y bacteriosis y virosis que afectan de forma recurrente e insidiosa a las poblaciones confinadas en agua dulce o salada. Para ello es necesario intervenir en el nivel preventivo como en el curativo, mediante programas de desinfección y tratamiento contra los patógenos en el medio acuático, en las instalaciones, utillaje y principalmente en los organismos acuáticos criados.

Situación Europea

- Flumequina (**ES**, BU, CY, CZ, FR, EL, HU, IT, LT, PL, RO, SK, ...)
- Oxitetraciclina (**ES**, UK, FR, EL, IE, IT, ...)
- Florfenicol (**ES**, BU, CY, CZ, FR, EL, HU, IT, LT, PL, RO, SK, PT ...)
- Formaldehído (**ES**, EL, PT, ...)
- Emamectina Benzoato (**ES**, IE, UK, ...)
- Triscaina metilato (**ES**..)
- Benzocaina (**ES**..)
- Bronopol (**ES**..)
- Sulfamidas + trimetoprima (FR, EL, IT, ...)
- Ácido oxolínico (FR, EL, DK, ...)
- Clortetraciclina (IT, ...)
- Enrofloxacino (RU, ...)
- Amoxicilina (UK, ...)
- Teflubenzuron (IE, UK, ...)
- Peróxido de hidrógeno (IE, UK, ...)

Tabla 1. Medicamentos registrados que cuenten con las autorizaciones pertinentes para su comercialización y uso en los países de la UE

Otra consideración muy importante sobre el uso de medicamentos en el control de enfermedades de estos organismos, es la interacción con el medio ambiente. Los residuos de los productos utilizados, ya sean por tratamientos externos en los estanques u otros recintos de producción o por la administración oral a través del alimento, puede determinar la presencia de estas moléculas y sus metabolitos en el medio. Estos residuos pueden afectar a otros organismos del medio ambiente, a la calidad del agua y a los sedimentos en el entorno de la actividad de acuicultura.

Para evitar o mitigar en lo posible esta circunstancia es necesario, previo a la autorización y registro para la comercialización de medicamentos, que se presente un informe sobre el impacto medioambiental de los mismos y, en su caso, las medidas que se deben tomar para controlar su posible toxicidad.

HIGIENE Y SANIDAD DE LOS PECES

HIGIENE DE LOS ESTANQUES

Las condiciones sanitarias del estanque influyen en la salud del pez y por ende sobre la salud pública. Entre los factores que favorecen las enfermedades en los peces y mariscos cultivados destacaremos el apiñamiento, malnutrición y calidad del agua desfavorable, por tanto estos serán los factores que primero deberemos tener en cuenta para prevenir la aparición de patologías, tal y como veremos a continuación. Las enfermedades se pueden clasificar de acuerdo a diversos factores como son los grupos o especies de peces y mariscos cultivados, los órganos afectados, la edad del pez, las estaciones, el/los agentes causantes y la amplitud de la incidencia (aislada o epizootia).

CAUSAS DE LAS ENFERMEDADES

Existen diferentes causas que pueden afectar a los peces y hacerles vulnerables a sufrir una enfermedad. Básicamente, cualquier factor que cause estrés o genere dificultades para su normal desarrollo, va disminuir su capacidad de resistencia frente a las enfermedades y por tanto, aumenta la probabilidad de que se presenten problemas sanitarios. Las tres causas principales de enfermedades son:

- **Alimentación inadecuada de los peces:** las enfermedades causadas por deficiencias nutritivas son más frecuentes a medida que el sistema de cultivo de peces se hace más intensivo y los peces solo tiene esa fuente de alimentación, sin posibilidad de conseguir nutrientes de organismos naturales. Se van a producir una serie de deficiencias metabólicas e inmunológicas con una clara repercusión en la salud de los mismos.
- **Estrés por exposición a factores ambientales extremos o a sustancias tóxicas:**
 - manipulación brusca y/o excesiva; por ejemplo durante la cosecha o clasificación
 - estrés debido a sobrepoblación y/o relacionado con el comportamiento; por ejemplo durante el almacenamiento o transporte
 - temperatura del agua inadecuada, al ser animales ectotérmicos, su tasa metabólica depende en gran medida de la TOC (temperatura óptima corporal)
 - falta de oxígeno disuelto,
 - evolución del pH hacia valores extremos
 - presencia de gases tóxicos; por ejemplo amoníaco o sulfuro de hidrógeno
 - sustancias tóxicas presentes en los piensos para alimento; por ejemplo algunos productos químicos presentes en ciertos alimentos vegetales (saponina, gosipol, etc.), micotoxinas en alimentos mal conservados o preparados, residuos de pesticidas ...
 - contaminación del agua debida a productos químicos agrícolas o industriales, afluentes de aguas residuales o fuertes aportes de sedimento.
- **Ataque de organismos patógenos,** ya sea externamente en la piel, agallas o aletas de los peces o internamente en la sangre, el tubo digestivo, el sistema nervioso, etc. Los peces se van a ver expuestos a organismos patógenos como bacterias, virus, hongos, protozoos, lombrices, crustáceos y larvas de mejillones.

TIPOS DE ENFERMEDAD SEGÚN SU ETIOLOGÍA

ENFERMEDADES BACTERIANAS

Entre los principales agentes etiológicos bacterianos (obligados y facultativos) responsables de producir enfermedades podemos destacar las siguientes especies: *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Corynebacteria*, *Enterobacteria*, *Hemophilus*, *Mycobacteria*, *Nocardia*, *Myxobacteria*, *Streptomyces* y *Vibrio*.

Las enfermedades comunes que suelen sufrir los peces cultivados son: hidropesía abdominal infecciosa de carpas producida principalmente por *aeromonas* y *mycobacterium*; forunculosis por *aeromonas*; enfermedad bacteriana del riñón por *Renibacterium salmoninarum*; enfermedad de la "bocarroja" por *aeromonas* y *yersinia*; úlceras; tuberculosis por *mycobacterium*; enfermedad columnaris por *Flavobacterium columnaris*; podredumbre de la cola y las aletas por

Aeromonas, Pseudomonas y Mixobacterias; enfermedad del pedúnculo por *Flavobacterium psychrophilum*; enfermedad de la peste roja por *Vibrio*, etc.

ENFERMEDADES VIRALES

Entre las enfermedades producidas por virus tenemos: Necrosis hematopoiética infecciosa por Rhabdovirus, necrosis pancreática infecciosa por un birnavirus, septicemia hemorrágica viral por un virus de la familia *Rhabdoviridae*, necrosis dimal ulcerativa, viremia de primavera de carpa por un Rhabdovirus, viremia del bague de canal por un herpesvirus denominado *Herpesvirus ictalúrido*, viruela, kryo-ichthyozoosis, linfocistis (*Lymphocystivirus*), enfermedad de la coliflor, inflamación de la vejiga natatoria, etc. Dada la imposibilidad de tratar este tipo de infecciones, se intenta controlar mediante el empleo de vacunas.

ICTHIOVAC-VR® Suspensión para baño o suspensión inyectable para lubina y rodaballo	Inmunización activa de lubina y rodaballo para prevenir la Vibriosis producida por <i>Listonella anguillarum</i>
ICTHIOVAC-STR® ESTREPTOCOCOSIS RODABALLO	Inmunización activa del rodaballo para la reducción de la mortalidad asociada a la infección por <i>Streptococcus parauberis</i> .
ICTHIOVAC-TM® TENACIBACULOSIS RODABALLO	Prevención de la Tenacibaculosis producida por <i>Tenacibaculum maritimum</i> en rodaballo
ICTHIOVAC-PD® PASTEURELOSIS DORADA	Inmunización activa de doradas para la reducción de la mortalidad causada por la infección por <i>Photobacterium damselae</i> , subsp. <i>piscicida</i> (Pasteurelosis).
AQUAVAC FNM® Emulsión inyectable para peces	Para reducir la mortalidad debida a la furunculosis causada por <i>Aeromonas salmonicida</i> en salmón atlántico de al menos 25 g.

Tabla 2. Vacunas más frecuentes usadas en peces

ENFERMEDADES CAUSADAS POR HONGOS

Dentro de las enfermedades producidas por hongos destacaremos: Dermatomicosis o infección saprolegnia producida por *Saprolegnia* y *Achlya*, podredumbre de las branquias o branquiomicosis producida por *Branchiomyces sanguinis*. *Branchiomyces demigrans*, enfermedad de piel algodonosa e ichtiofoniasis por *Ichthyosporidium hoferi*.

ENFERMEDADES CAUSADAS POR PROTOZOOS

Los protozoos son responsables de: Costiasis (*Chilodonella cyprini*, *Tricodina domerguei* y *Costia necatrix*); chilodoneiasis, ciclochaetiasis, enfermedad del vértigo, ictiotiriasis, enfermedad pilularis, enfermedad lenot o enfermedad del grano, enfermedad de la carne lechosa, etc.

ENFERMEDADES CAUSADAS POR GUSANOS

Entre las causadas por gusanos tenemos: Ligulosis (*Ligula intestinalis*), girodactiliasis, enfermedad de la perla gris, catarata por nematodo, enfermedades debidas a Dactylogyrus, Cichlidogyrus, Bucephalus, nematodos, alantocelalans, etc.

ENFERMEDADES CAUSADAS POR CRUSTÁCEOS

Algunos crustáceos actúan como parásitos de peces y exigen tratamientos frecuentes como: Argulus spp., Lernaea spp., Ergasilus spp., Caligus lacustris, etc.

ENFERMEDADES DE ORIGEN MEDIOAMBIENTAL O CALIDAD DEL AGUA

Tal y como hemos comentado previamente, los principales factores causantes o prediponentes de padecer enfermedad son la falta o exceso de gases disueltos en el agua, oxígeno, dióxido de carbono y nitrógeno, la alta acidez o alcalinidad, las variaciones de temperatura, la presencia de sustancias tóxicas y/o nitrogenadas por descargas industriales y de albañal, etc.. Algunas de sus principales manifestaciones son el edema de gas, edema del agua, quemadura del sol, enfermedad del saco azul, embolismo en la sangre o exoftalmia, etc.

ENFERMEDADES NUTRICIONALES

A medida que los sistemas de explotación son más intensivos, existe una mayor probabilidad de producir una mala alimentación. Sus consecuencias son: degeneración grasa hepática, enteritis, hepatoma, botulismo, aertaminosis, enfermedades causadas por deficiencias o exceso de minerales y microelementos y enfermedades asociadas a aguas blandas (granuloma visceral, nefrocalcinosis y enfermedad proliferativa del riñón).

TUMORES DE LOS PECES

Los peces son propensos a sufrir tumores, especialmente si son sometidos a una serie de estímulos, que pueden ser de tipo químico, físico, presencia de parásitos y perturbaciones hormonales. Estos tumores pueden ser de tipo benigno o maligno y se clasifican en hiperplasia, neoplasia, anaplasia y metaplasia

CONSECUENCIAS DE LAS ENFERMEDADES

Cuando los peces u organismos acuáticos padecen enfermedades, se va a producir una merma en su capacidad productiva y reproductiva, que se va a traducir en pérdidas económicas, ya sea debida a la mortandad, a su repercusión sobre la tasa de crecimiento, fecundidad reducida, vulnerabilidad a la depredación, alteraciones en la condición corporal, fatiga.

PREVENCIÓN Y CONTROL DE ENFERMEDADES EN PISCICULTURA

En acuicultura, como en la mayoría de las explotaciones ganadera, por no decir en todas, es importantísimo disponer de unas medidas de higiene y control que eviten la aparición de enfermedades, especialmente las de carácter transmisible. Para ello es necesario generar un buen nivel de inmunización, que les permita aumentar la resistencia frente a agentes patógenos. Esto se puede conseguir mediante vacunas, mejoras genéticas, incremento natural de la inmunidad, manipulación del ambiente con medidas higiénicas, profilácticas y de desinfección, establecimiento de la terapia adecuada lo antes posible cuando se detecta la enfermedad, etc. También son fundamentales las inspecciones sanitarias regulares, certificación de huevos, jaramugos y adultos.

En el cultivo de peces, se da mayor énfasis a la prevención que a la curación de enfermedades. A la larga, la prevención resulta más barata e impide el problema de toxicidad del medio ambiente y el problema de residuos en los peces

MEDIDAS DE PREVENCIÓN

1. Abastecer los tanques con agua de un pozo y evitar el uso de agua de río o lago, debido a que éstas podrían llevar larvas de parásitos. Si no fuera posible obtener agua de pozo, debería filtrarse el agua con arena gruesa.
2. Impedir el ingreso a cualquier pez descartado o salvaje que pueda ser portador de enfermedades, así como de invertebrados que pueden ser huéspedes intermedios de helmintos.
3. Secar y tratar los estanques regularmente con cal viva a fin de eliminar los parásitos u otros agentes de enfermedades tales como bacterias, hongos, virus, etc.

4. Separar en grupos por edad de modo de prevenir el contagio de enfermedades entre una generación y otra.

Estas medidas de prevención son de vital importancia para mantener la salud y permitir el crecimiento de cualquier especie en cultivo y deberán ser aplicadas siempre.

Sólo a fin de evitar pérdidas masivas en el caso de una epizootia, los peces deberán ser tratados con productos químicos/farmacológicos no tóxicos o biodegradables. Debido a problemas metodológicos y económicos, el piscicultor dará casi siempre mayor prioridad a métodos simples y baratos como es el tratamiento externo. No obstante se pueden aplicar diferentes métodos de tratamiento

- Tratamiento a través del agua, bien por inmersión, baño o aspersión.
- Tratamiento a través del alimento.
- Tratamiento directo

Poupard (1978) mencionó las condiciones específicas del medio acuático que deberán ser consideradas cuando se planea utilizar un tratamiento externo, por lo cual recomendó:

1. Retirar el alimento por un período de 12 a 48 horas (dependiendo de la temperatura) antes del tratamiento, lo que reduce el consumo de oxígeno y la producción de amoníaco. En períodos de tiempo cálido, el tratamiento deberá realizarse a la hora del día en la cual la temperatura del agua es la menor.
2. Se deberá verificar el estado de las branquias. Si hubiera evidencia de parasitismo en las branquias, debería ser tratado en primer lugar.
3. Se debería llevar a cabo una prueba de tratamiento de un pequeño grupo representativo de peces antes de realizar el tratamiento central bajo las mismas condiciones. Es esencial un período de espera de 12 a 24 horas antes de realizar el tratamiento del total del stock a fin de detectar la posible aparición de stress en los peces. Es vital que alguien se encargue de verificar los cálculos de la dosis del tratamiento químico.
4. Se deberá evaluar las concentraciones de oxígeno disuelto y los peces deberán ser observados a lo largo del tratamiento. Si hubiera alguna evidencia de stress entre los peces, se debería concluir el tratamiento de forma inmediata.
5. Al igual que con los otros procedimientos de piscicultura, se deberá registrar los detalles y resultados del tratamiento.

A la hora de seleccionar el tratamiento más adecuado, se seguirán una serie de criterios como son: la relación entre la dosis necesaria para controlar la enfermedad y la que origina toxicidad en los peces, el grado de seguridad en la manipulación de ese producto, el efecto sobre la productividad del estanque, la posibilidad de residuos en peces, medioambiente cercano y consumidores, el tiempo de permanencia en los peces y medioambiente (semividas del producto), la relación costo beneficio

TRATAMIENTOS FRECUENTES

Uno de los tratamientos tradicionales para las enfermedades de los peces es el uso del formol. Paperna (1980) recomienda el empleo de 15–25 ppm de formol durante una hora para tratar enfermedades de la piel producidas por: *Trichodina*, *Costia*, *Epistilis*, *Glossatella*, *Scyphidia* y *Trichophyra*. El control de *Chilodonella* requiere una mayor concentración de formol, 40–50 ppm por un mínimo de 20 horas.

Bailosoff (1965) comprobó la eficacia del uso de organofosforados (Neguvon al 2–2,5%, Triclorfon al 97%), contra *Dactylogyrus*, *Gyrodactylus*, *Chilodonella*, *Trichodina*, y *Argulus*. Los peces (carpas y truchas) fueron sumergidos durante 3 minutos, a una temperatura de 15°C aproximadamente.

Brandal y Egidius (1979) sumergieron salmónidos por un período de 15–60 minutos en una solución de Neguvon a 300 ppm a fin de eliminar el piojo de salmón *Lepeophtheirus salmonis*.

Plate (1970) realizó una revisión de la información sobre la eficacia del uso del organofosforado triclorfon al 80% contra varios parásitos. En la Tabla 3 se indican los tiempos de inmersión y concentraciones efectivas.

Parásito	Concentración	Tiempo de inmersión
Argulus lerneae	0,2–0,4 ppm	24 horas más en el estanque
Dactylogyrus, Gyrodactylus, Sanguijuelas Parasitas	0,25–0,5 ppm	24 horas más en el estanque
Trichodina	2 ppm	24 horas más en el estanque
Argulus, Dactylogyrus, Gyrodactylus	2–2,5%	baño de 3 minutos

Tabla 3 Tratamiento con Triclorfon (Plate 1970)

Los huevos de Argulus no son afectados por concentraciones de 0,5 a 10 ppm, por lo que el tratamiento deberá ser repetido al cabo de los 20–25 días. Obermeier (1974) recomendó también el uso de Triclorfon 0,2-0,4 ppm en los estanques y al 2–2,5% en baño durante 5–10 minutos, para Argulus, Dactylogyrus y Gyrodactylus. Asimismo, el Argulus puede ser controlado por medio de la instalación de una madera en los estanques. Las trampas de madera de 1 × 0,5 m se colocan sumergidas bajo el agua, a manera de un tablero de ajedrez, delante de la salida del agua, como un sustrato para la oviposición de Argulus. Cada 15–20 días se deberá extraer las maderas, secarlas por un día y luego se las vuelve a colocar (Bauer et al 1973).

La aplicación de hidrocarburos clorados o es muy problemática debido a que son contaminantes muy persistentes en el medio ambiente y no son biodegradables. Asimismo, se informó de la resistencia producida al lindano (halogenuro de alquilo), por el Argulus tras repetidos tratamientos (Paperna 1980).

Para controlar los Cestodos y Nematodos intestinales, se administra niclosamida en una relación de 5g/1kg de comida seca, teniendo en cuenta una ingesta del 1,5% del peso de los peces. Para los Cestodos se deberá repetir tres veces el tratamiento cada dos semanas (Reichenbach-Klinke 1975). También, se pueden mediante la aplicación de niclosamida, a dosis de 0,2–0,5mg/kg de peso del pescado (Reichenbach-Klinke 1975). Este mismo autor recomienda la administración de di-n-butil-óxido de estaño, a una concentración de 25kg/100kg de comida seca, durante más de dos días, contra Trematodos intestinales y durante más de cuatro días frente a Acanthocefalos, repitiendo el tratamiento una semana después.

Para el tratamiento de Hexamita, un protozoo intestinal, Reichenbach-Klinke (1975) recomienda:

Aminosidina (antibiótico aminoglucósido)	15 g/1kg comida seca por 4–7 días
Acinitrazol (2-acetamido-5-nitrotiazol))	1g/25kg comida seca por 4 días
Enheptina (2-amino-5-nitrotiazol)	2g/1kg comida seca por 3 días

Las infecciones provocadas por Mixosporidios y Microsporidios no pueden ser tratadas, por lo que estos Protozoos, deberán ser eliminados mediante el sacrificio de todo el stock de peces y desinfectando el estanque con cal viva a razón de 2,5Tm/ha (Bauer et al 1973). Por su parte Reichenbach-Klinke (1975) recomienda el uso de Cianamida de calcio al 0,5–0,75kg/m² sobre tierra seca, dos veces al año contra Myxosoma (Protozoa patógeno verdaderamente difícil de controlar). También se puede utilizar la exposición del agua a rayos ultravioletas y el mantener la cría en tanques de plástico, cemento o vidrio hasta que alcancen los 6 cm de longitud y el cubrir el fondo del tanque con hojas de plástico, como prevención, contribuyen también al control de esta enfermedad.

REACCIONES INMUNOLÓGICAS

Las reacciones inmunológicas en los peces dependen principalmente de la temperatura. Por ejemplo, a una temperatura de 12°C las carpas demoran mucho tiempo en la formación de anticuerpos y no se inician importantes mecanismos de protección. Las temperaturas óptimas para permitir la formación de anticuerpos son 18–27°C para las carpas y de 17°C para las truchas. Por tanto mantener estas temperaturas, son especialmente necesarias para la iniciación de la respuesta inmunológica a un antígeno. Por ello, una vez finalizada la invernación, el piscicultor deberá considerar el cultivo de juveniles en las temperaturas adecuadas durante 14 días y posteriormente, transferirlos a los estanques de aguas más frías. Por tanto es posible impedir o minimizar las epizootias mediante el manejo de las temperaturas del agua.

Si bien los peces son capaces de generar reacciones inmunológicas frente a la mayoría de las enfermedades económicamente importantes (ya sean causadas por parásitos, bacterias, hongos y virus), una correcta alimentación y una baja o media densidad de población en el estanque, ayudara a mantener los peces saludables y evitar pérdidas masivas.

Por último, existen distintas vacunas desarrolladas específicamente frente a ciertas bacteriosis limitantes para el desarrollo de algunas especies acuáticas. Igualmente se dispone de algunos principios inmunoestimulantes y coadyuvantes que son administrados para estimular las defensas de las especies acuáticas.

PRINCIPALES FÁRMACOS/PRODUCTOS Y FORMA DE APLICACIÓN, UTILIZADOS EN ACUICULTURA

ANTIBIÓTICOS Y ANTIPARASITARIOS CON LMR ESTABLECIDO PARA PECES.

Antibióticos con LMR establecido para peces		
Neomicina	Amoxicilina	Ampicilina
Bencilpenicilina	Clortetraciclina	Cloxacilina
Colistina	Danofloxacino	Dicloxacilina
Difloxacino	Enrofloxacino	Eritromicina
Espectinomina	Florfenicol	Flumequina
Lincomicina	Oxacilina	Oxitetraciclina
Ácido oxolínico	Paromomicina	Sarafloxacino
Sulfonamidas	Tetraciclina	Tianfenicol
Tilmicosina	Tilosina	Trimetoprima

Antiparasitarios / Antisépticos con LMR establecido para peces		
Formaldehído	Benzoato de bencilo	Cloramina-T
Glutaraldehído	Sulfato de cobre	Yodo
Ácido peracético	Teflubenzuron	Diflubenzuron
Cipermetrina	Deltametrina	Azametifos
Emamectina	Bromopol	Peróxido de hidrógeno

ANTIMICROBIANOS			
Agente causal	Fármaco	Aplicación	Dosis
Amplio espectro Gram + y -	AMOXICILINA	Vía oral incorporado al alimento	10-20mg/K p.v./día 6-10 días
	FLORFENICOL	Vía oral incorporado al alimento	30 mg/K p.v./día 8-10 días
Aeromonas, Vibrio y Yersinia	FLUMEQUINA	Vía oral incorporado al alimento y baños largos	8 mg/K p.v. 7-10 días 50 mg/l, 60'
	Ac. OXOLINICO	Vía oral incorporado al alimento	10-20 mg/K p.v. 7-10 días
Bacteriosis	OXITETRACICLINA	Vía oral incorporado al alimento	50-80 mg/K p.v. 10 días
		Baño en agua dulce	150 mg/l, 1 h, 1 vez al día durante 4-7 días
		Baño en agua salada	300 mg/l, 1 h, 1 vez al día durante 4-7 días
	NITROFURANOS	Vía oral incorporado al alimento	50-80 mg/K p.v. 7-15 días
	FURAZOLIDONA		
Pleistophorosis	FURAZOLIDONA		

ANTISEPTICOS			
Agente causal	Producto	Aplicación	Dosis
Parasitosis por protozoos digenea y monogenea en alevines	FORMALINA (formaldehído al 37-40 %)	Baño corto	1%/15 minutos 1-3 veces /semana
		Baño largo	0,25 ml/l / 1 h

			1-3 veces /semana
		Agua salada	0,5-1 ml/l / 1 h
Bacteriosis externas en piel y aletas	CLORURO DE BENZALCONIO (20% ó 40%)	Baño para alevines	0,2-0,5 mg/l 40-60 minutos
Enfermedad branquial por Myxobacterias			
Pseudomonas, aeromonas y myxobacterias	CLORAMINA-T	Baño para alevines	10 mg/l, 1 h 1-5 veces semana
Viriasis y bacteriosis en huevos y alevines	IODOFOROS GLUTARALDEHIDO	Baños	50 mg/l 1h.
Hongos y protozoos en huevos y alevines	PERÓXIDO DE HIDROGENO (3%)	Baños	17,5 ml/l 10 minutos

ANTIPARASITARIOS Y FUNGICIDAS			
Agente causal	Producto	Aplicación	Dosis
Protozoos externos Trematodos Hongos	FORMALDEHÍDO (37-40%)	Baños	167 ppm/1h en agua ácida 250 ppm/1h en agua alcalina
Hongos Protozoos	SULFATO DE COBRE	Baños	500 mg/l 1 minuto 0,0001mg/l sin limite
	VIOLETA DE GENCIANA	Baños indefinido	0,3 mg/l
Parasitosis piel y aletas	AC. ACÉTICO	Baños	1-2 g/l 1-2 min. días alternos 4 tratamientos
Hongos (huevos y peces)	PERÓXIDO DE HIDROGENO	En el agua	250-500 mg/l
	BROMOPOL	Baños	2-5 ppm 10-30 min.
Hongos y parásitos externos	ACRIFLAVINA	Baño para huevos Baño indefinido	500 mg/l 20 min. 5-10 mg/l
Trematodos y crustáceos	SULFATO DE MAGNESIO	Baños	30g/l 5-10 min. 30g/l + 7g de sal 5-10min en agua dulce
Hongos, Helmintos Hirudinius, Crustáceos Parásitos externos	CLORURO SÓDICO	Baños	10-30 g/l 30-60 min.
Nematodos	LEVAMISOL	Baños	1mg/l 24h. 50mg/l 2h.
	PIPERACINA	En el alimento	100 mg/K p.v. Una toma

Hexamitiasis	DIMETRIDAZOL	mezclado con el alimento	0,15%
		Baño	5mg/l. 3-5 días
Ectoparasitos	PERMANGANATO POTÁSICO	Baño	1g/l, 30-40 min. 10-20 mg/l 30-60 min. 2-5 mg/l indefinido

BIBLIOGRAFIA

- o ACUICULTURA en ESPAÑA y en el MUNDO, DOCUMENTO APROMAR
- o https://drive.google.com/file/d/0B4_4E-v9oqL_NmFYY3l2WnM2Yms/view
- o FAO 2016 <http://www.fao.org/fishery/>
- o Annual Review of Fish Diseases Incorporated into Aquaculture; © 2017 Elsevier Ltd. All rights reserved
- o The State of World Fisheries and Aquaculture 2016 (SOFIA) www.fao.org/
- o MANUAL SANIDAD <http://www.fao.org/docrep/l8156s/l8156s0h.htm#TopOfPage>
- o Registro de antibióticos y antiparasitarios - Apromar
- o www.apromar.es/sites/default/files/pdf/140219_Foro_Sanidad
- o Medicamentos para acuicultura en Europa: actualidad y. - INIA
- o wwwsp.inia.es/Investigacion/OtrasUni/TransferenciaTecnologia/.../Acuicultura/.../11.p..
- o <http://www.aemps.gob.es/publicaciones/publica/plan-estrategico-antibioticos/v2/docs/plan-estrategico-antimicrobianos-AEMPS.pdf>
- o <http://www.aemps.gob.es./publicaciones/publica/plan-estrategico-antibioticos/v2/docs/informe-anual-plan-estrategico-antibioticos-2014-2015.pdf>
- o Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios - La AEMPS - Comités - Comité de Disponibilidad
- o <http://www.aemps.gob.es/laAEMPS/comites/codivet/miembros.htm>
- o *La sanidad acuícola como factor clave para la supervivencia y ... - Ipac.*
- o www.ipacuicultura.com/.../la_sanidad_acuicola_como_factor_clave_para_la_superviv
- o Acuicultura en aguas continentales - Ministerio de Agricultura y Pesca ...
- o www.magrama.gob.es/app/jacumar/recursos.../271_guia_continental_es.pdf
- o DIAGNOSTICS, PREVENTION AND THERAPY OF FISH ... - FAO.org
- o <ftp://ftp.fao.org/fi/Cdrom/aquaculture/a0845t/.../AC160E01.htm>
- o Manual for International Training Course on Fresh-Water FISH Diseases and Intoxications: Diagnostics, Prophylaxis and THERAPY. 1991. Edited by: Z. Svobodová

AGRADECIMIENTOS

C.J. Fallola. Consejería Medio Ambiente, Pesca y Acuicultura. Junta de Extremadura